

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/006546

International filing date: 28 March 2005 (28.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-109018
Filing date: 01 April 2004 (01.04.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 28 April 2005 (28.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2004年 4月 1日

出願番号 Application Number: 特願2004-109018

パリ条約による外国への出願に用いる優先権の主張の基礎となる出願の国コードと出願番号

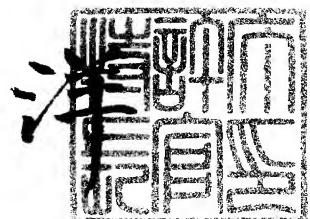
The country code and number of your priority application, to be used for filing abroad under the Paris Convention, is

出願人 Applicant(s): ヤマハ発動機株式会社

2005年 4月 13日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願
【整理番号】 PY51561JP0
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01M 8/00
【発明者】
【住所又は居所】 静岡県磐田市新貝 2500 番地 ヤマハ発動機株式会社内
【氏名】 村松 恭行
【特許出願人】
【識別番号】 000010076
【氏名又は名称】 ヤマハ発動機株式会社
【代理人】
【識別番号】 100101351
【弁理士】
【氏名又は名称】 辰巳 忠宏
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 049157
【納付金額】 16,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

電気化学反応によって電気エネルギーを発生させる燃料電池セルスタック、前記燃料電池セルスタックから排出される水を収容する水タンク、前記燃料電池セルスタックと前記水タンクとを接続する第1経路、メタノール水溶液を収容する水溶液タンク、および前記水タンクと前記水溶液タンクとを接続する第2経路を備え、前記燃料電池セルスタックの発電終了後に、前記水タンク内の水を前記第2経路を介して前記水溶液タンクへ還流させることを特徴とする、燃料電池システム。

【請求項 2】

前記燃料電池セルスタックの発電終了後に、さらに前記燃料電池セルスタック内および前記第1経路内の水を前記水タンクおよび前記第2経路を介して前記水溶液タンクへ還流させることを特徴とする、請求項1に記載の燃料電池システム。

【請求項 3】

前記燃料電池システムの温度情報に基づいて前記水を前記水溶液タンクへ還流させることを特徴とする、請求項2に記載の燃料電池システム。

【請求項 4】

前記水を前記水溶液タンクへ還流させた後、所定時間後に再度前記水溶液タンクへ水を還流させる処理を行うことを特徴とする、請求項2に記載の燃料電池システム。

【請求項 5】

水溶液タンクの容積をV、発電中における水溶液タンク内のメタノール水溶液の体積をv₁、水タンクに収容可能な水の体積をv₂、第1経路内に残留しうる水の体積をv₃、第2経路内に残留しうる水の体積をv₄、燃料電池セルスタック内に残留しうる水の体積をv₅、メタノール燃料の濃度をp₁、メタノール水溶液の最高濃度をp₂とすると、前記水溶液タンクの容積は、

【数1】

$$V \geq v_1 + (v_2 + v_3 + v_4 + v_5) \times \left(1 + \frac{p_2}{p_1 - p_2}\right)$$

を満足するように構成されることを特徴とする、請求項2に記載の燃料電池システム。

【請求項 6】

請求項1から5のいずれかに記載の燃料電池システムを用いた、輸送機器。

【書類名】明細書

【発明の名称】燃料電池システムおよびそれを用いた輸送機器

【技術分野】

【0001】

この発明は燃料電池システムおよびそれを用いた輸送機器に関し、より特定的には、メタノール水溶液を用いる燃料電池システムおよびそれを用いた自動二輪車等の輸送機器に関する。

【背景技術】

【0002】

メタノール水溶液を用いる燃料電池システムとして、直接メタノール型燃料電池システムとメタノール水蒸気改質器搭載タイプの燃料電池システムとがある。一般的に、これらの燃料電池システムでは、燃料電池の反応によって生成された水は水タンクに回収され、水タンク内の水は水溶液タンクへ還流される。そして、水溶液タンクでは、還流された水と高濃度のメタノール燃料とが混合され発電に必要なメタノール水溶液が生成される。

【0003】

ここで、水タンクから水溶液タンクへ水を還流させるための経路（水還流パイプ）が詰まってしまえば、メタノール水溶液を発電に最適な濃度に調整できず、燃料電池システムを正常に運転することができなくなる。

【0004】

このような燃料電池システムを車両に適用した場合、当該車両を冬季に野外に放置することによって水還流パイプが凍結すれば、生成水の還流ができなくなり、その結果、メタノール水溶液の濃度を調整できなくなってしまうという問題がある。

【0005】

このような弊害を防止する技術の一例が特許文献1において開示されている。

特許文献1では、燃料電池システムの運転が停止されると、メタノール水溶液タンクが満水状態に調整された後、水回収タンクの下部にドレン経路を介して接続された切り換えバルブが開放されて水回収タンク内および水経路内の水が排出される。

【特許文献1】特開2000-21430

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、この技術では、ドレン経路および切り替えバルブを設ける必要があり、燃料電池システムが複雑になってしまいます。

また、この技術を用いた燃料電池システムをたとえば車両に搭載した場合、当該車両を車庫などの屋内に停めると屋内で排水することになり好ましくない。

【0007】

それゆえに、この発明の主たる目的は、外部に排水することなく簡単な構成で水タンクおよび第2経路の凍結を防止できる、燃料電池システムおよびそれを用いた輸送機器を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上述の目的を達成するために、請求項1に記載の燃料電池システムは、電気化学反応によって電気エネルギーを発生させる燃料電池セルスタック、燃料電池セルスタックから排出される水を収容する水タンク、燃料電池セルスタックと水タンクとを接続する第1経路、メタノール水溶液を収容する水溶液タンク、および水タンクと水溶液タンクとを接続する第2経路を備え、燃料電池セルスタックの発電終了後に、水タンク内の水を第2経路を介して水溶液タンクへ還流させることを特徴とする。

【0009】

請求項2に記載の燃料電池システムは、請求項1に記載の燃料電池システムにおいて、燃料電池セルスタックの発電終了後に、さらに燃料電池セルスタック内および第1経路内

の水を水タンクおよび第2経路を介して水溶液タンクへ還流させることを特徴とする。

【0010】

請求項3に記載の燃料電池システムは、請求項2に記載の燃料電池システムにおいて、燃料電池システムの温度情報に基づいて水を水溶液タンクへ還流させることを特徴とする。

【0011】

請求項4に記載の燃料電池システムは、請求項2に記載の燃料電池システムにおいて、水を水溶液タンクへ還流させた後、所定時間後に再度水溶液タンクへ水を還流させる処理を行うことを特徴とする。

【0012】

請求項5に記載の燃料電池システムは、請求項2に記載の燃料電池システムにおいて、水溶液タンクの容積をV、発電中における水溶液タンク内のメタノール水溶液の体積をv₁、水タンクに収容可能な水の体積をv₂、第1経路内に残留しうる水の体積をv₃、第2経路内に残留しうる水の体積をv₄、燃料電池セルスタック内に残留しうる水の体積をv₅、メタノール燃料の濃度をp₁、メタノール水溶液の最高濃度をp₂とすると、水溶液タンクの容積は、

【数1】

$$V \geq v_1 + (v_2 + v_3 + v_4 + v_5) \times \left(1 + \frac{p_2}{p_1 - p_2}\right)$$

を満足するように構成されることを特徴とする。

【0013】

請求項6に記載の輸送機器は、請求項1から5のいずれかに記載の燃料電池システムを用いたことを特徴とする。

【0014】

請求項1に記載の燃料電池システムでは、発電終了後、水タンク内の水を第2経路を介してすべて水溶液タンクへ還流させ、水溶液タンク内のメタノール水溶液に混入する。これによって水タンク内および第2経路内に水がなくなるので、水タンクおよび第2経路の凍結を防止できメタノール水溶液濃度を良好に調整できる。また、水タンクおよび水溶液タンク間の第2経路は既存の水還流パイプを用いて構成できるのでシステム構成は複雑にならず、さらに、水タンク内のすべての水を水溶液タンクへ還流させるので、水が外部に漏れるおそれもない。なお、水溶液タンク内のメタノール水溶液は水よりも凝固点が低いので凍結しにくい。

【0015】

請求項2に記載の燃料電池システムでは、燃料電池セルスタック内および第1経路内の水も水溶液タンクへ還流させるので、燃料電池セルスタックおよび水タンク間の凍結も防止でき燃料電池セルスタックからのエアの排出および水の回収も円滑となる。

【0016】

メタノール水溶液を用いる燃料電池システムではアノード側からカソード側への水のクロスオーバーの問題がある。特に、直接メタノール型燃料電池システムでは、アノード側にメタノール水溶液を流して発電させるため、発電終了後、カソード側の流路に滞留した水分を除去した後も、アノード側に残留した水分が徐々にカソード側に浸透してくる。これは微量ではあるが燃料電池セルスタックの出口を防ぐには十分である。また、発電終了後第1経路内に滞留した飽和水蒸気分が温度低下により液化し凍結するおそれもある。そこで、請求項3に記載の燃料電池システムでは、燃料電池システムの温度情報に基づいて凍結のおそれがあると判断した場合に逐次水を水溶液タンクへ還流することによって凍結を効果的に防止できる。また、発電終了後に、定期的ではなく凍結のおそれがあると判断したときに水を水溶液タンクへ還流させてるので、水の還流に要する電力消費を抑えることができる。

【0017】

請求項4に記載の燃料電池システムでは、一度水を水溶液タンクへ還流させた後、所定時間後に再度水を水溶液タンクへ還流させる処理を行うことによって、上述したアノード側からカソード側へ水がクロスオーバーしたり第1経路内の水蒸気が液化する場合であっても凍結を効果的に防止できる。

【0018】

請求項5に記載の燃料電池システムでは、水タンク内、燃料電池セルスタック内、第1経路内および第2経路内の水をすべて水溶液タンクへ還流させても水溶液タンク内のメタノール水溶液はオーバーフローせず、さらに次のシステム起動時に所望濃度のメタノール水溶液を得るために水溶液タンク内にメタノール燃料を添加しても、水溶液タンクからメタノール水溶液がオーバーフローすることなく、外部にメタノール水溶液が漏れることはない。

【0019】

請求項6に示すように、上述の燃料電池システムは輸送機器に好適に用いることができる。

【発明の効果】

【0020】

この発明によれば、水タンクおよび第2経路の凍結を防止できメタノール水溶液濃度を良好に調整できる。また、水タンクおよび水溶液タンク間の第2経路は既存の水還流パイプを用いて構成できるのでシステム構成は複雑にならず、さらに、水タンク内のすべての水を水溶液タンクへ還流させて、水が外部に漏れるおそれもない。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、図面を参照してこの発明の実施の形態について説明する。

図1を参照して、この発明の一実施形態の直接メタノール型燃料電池システム（以下、単に「燃料電池システム」という）10は、燃料電池セルスタック12を含む。燃料電池セルスタック12は、電解質膜としての固体高分子膜12aと固体高分子膜12aを両側から挟むアノード（燃料極）12bおよびカソード（空気極）12cを含む。

【0022】

また、燃料電池システム10は、高濃度のメタノール燃料（メタノールを約50wt%程度含む水溶液）Fを収容する燃料タンク14を含み、燃料タンク14は燃料供給パイプ16を介してメタノール水溶液Sが収容される水溶液タンク18に接続される。燃料供給パイプ16には燃料ポンプ20が介挿され、燃料ポンプ20の駆動によって燃料タンク14内のメタノール燃料Fが水溶液タンク18に供給される。

【0023】

燃料タンク14には水位レベルセンサ15が装着され、燃料タンク14内のメタノール燃料Fの水位が検出され、また、水溶液タンク18には水位レベルセンサ22が装着され、水溶液タンク18内のメタノール水溶液Sの水位が検出される。水溶液タンク18は、水溶液パイプ24を介して燃料電池セルスタック12のアノード12bに接続される。水溶液パイプ24には、上流側から水溶液ポンプ26、冷却ファン28を有する熱交換器30および水溶液フィルタ32が順に介挿される。水溶液タンク18内のメタノール水溶液Sは、水溶液ポンプ26によってアノード12bに向けて供給され、必要に応じて熱交換器30によって冷却され、さらに水溶液フィルタ32によって浄化されてアノード12bに供給される。

【0024】

一方、燃料電池セルスタック12のカソード12cにはエアポンプ34がエア側パイプ36を介して接続され、エア側パイプ36にはエアフィルタ38が介挿される。したがって、エアポンプ34からの酸素を含むエアがエアフィルタ38によって浄化されたのちカソード12cに与えられる。

【0025】

また、アノード12bと水溶液タンク18とはパイプ40を介して接続され、アノード

12bから排出される未反応のメタノール水溶液や生成された二酸化炭素が水溶液タンク18に与えられる。

【0026】

さらに、カソード12cにはパイプ42を介して水タンク44が接続される。パイプ42には冷却ファン46を有する気液分離器48が介挿される。カソード12cから排出される反応生成水がパイプ42を介して水タンク44に供給される。また、水溶液タンク18と水タンク44とはCO₂ペントパイプ50を介して接続され、CO₂ペントパイプ50にはメタノール水溶液Sを分離するためのメタノールトラップ52が介挿される。これによって、水溶液タンク18から排出される二酸化炭素が水タンク44に与えられる。

【0027】

水タンク44には、水位レベルセンサ54が装着され、水タンク44内の水位が検出される。また、水タンク44には排気ガスパイプ56および水ドレイン58が取り付けられ、排気ガスパイプ56からは二酸化炭素が排出され、水ドレイン58からは所定量を超えた水が排出される。また、水タンク44は水還流パイプ60を介して水溶液タンク18に接続され、水還流パイプ60には水ポンプ62が介挿される。したがって、水タンク44内の水が水ポンプ62によって水溶液タンク18へ還流される。

【0028】

水ポンプ62としては、水タンク44内や水還流パイプ60内の水分が少なくなった状態でも水還流を確実に行えるようにダイヤフラムポンプが好ましい。水還流パイプ60には圧力による変形の少ない材質のものが好ましい。

【0029】

また、水還流パイプ60の水溶液タンク18への取り付け位置を、水溶液タンク18内のメタノール水溶液Sの液面より上方に設定している。これは、水溶液タンク18内の液面より下に水還流パイプ60の取り付け位置があるとメタノール水溶液Sが逆流するおそれがあるからである。水還流パイプ60に逆止弁を設けてもよい。

【0030】

パイプ42および気液分離器48によって第1経路L1が構成され、水還流パイプ60および水ポンプ62によって第2経路L2が構成される。

さらに、水溶液パイプ24において、熱交換器30と水溶液フィルタ32との間には、バイパスパイプ64が形成される。

【0031】

図2をも参照して、バイパスパイプ64にメタノール水溶液Sの濃度を検出するための濃度センサ66およびメタノール水溶液Sの温度を検出するための水溶液温度センサ67が設けられ、燃料電池セルスタック12の温度を検出するためのセルスタック温度センサ68が燃料電池セルスタック12に装着され、外気温度を検出するための外気温度センサ70がエアポンプ34近傍に設けられる。

【0032】

濃度センサ66としては、たとえばメタノール濃度変化による音速変化を測定する超音波センサが用いられる。この場合、超音波の発振板と受信板の間に水溶液を満たす。水溶液濃度の違いに応じて超音波の伝播速度が変化することから、水溶液のメタノール濃度を測できる。メタノール水溶液Sの濃度は、メタノールの重さ、屈折率、粘性、光屈折率、電気抵抗を利用して測定されてもよい。

【0033】

図2に示すように、燃料電池システム10は制御回路72を含む。

制御回路72は、必要な演算を行い燃料電池システム10の動作を制御するためのCPU74、CPU74に通常モード用クロックを与える通常モード用クロック回路76、CPU74に通常モード用クロックより遅い低消費モード用クロックを与える低消費モード用クロック回路77、燃料電池システム10の動作を制御するためのプログラムやデータおよび演算データ等を格納するための、たとえばEEPROMからなるメモリ78、燃料電池システム10の誤動作を防ぐためのリセットIC80、外部機器と接続するためのイ

ンターフェイス回路82、燃料電池セルスタック12を負荷84に接続するための電気回路86における電圧を検出するための電圧検出回路88、電気回路86を流れる電流を検出するための電流検出回路90、電気回路86を開閉するためのON/OFF回路92、電気回路86の過電圧を防止するための電圧保護回路94、電気回路86に設けられるダイオード96、および電気回路86に通常モード用電圧を供給するための電源回路98、電気回路86に低消費モード用電圧を供給するための電源回路99を含む。

【0034】

このような制御回路72のCPU74には、濃度センサ66、水溶液温度センサ67、セルスタック温度センサ68および外気温度センサ70からの検出信号が入力され、また転倒の有無を検知する転倒スイッチ100からの検知信号や各種設定や情報入力のための入力部101から信号が与えられる。さらに、CPU74には、水位レベルセンサ15、22および52からの検出信号も与えられる。

【0035】

また、CPU74によって、燃料ポンプ20、水溶液ポンプ26、エアポンプ34、熱交換器用冷却ファン28、気液分離器用冷却ファン46および水ポンプ62等の補機類が制御され、さらに各種情報を表示する表示装置102が制御される。

【0036】

また、燃料電池セルスタック12には二次電池104が並列接続される。二次電池104は負荷84にも並列接続される。二次電池104は、燃料電池セルスタック12からの出力を補完するものであり、燃料電池セルスタック12からの電気エネルギーによって充電され、その放電によって負荷84や補機類に電気エネルギーを与える。

【0037】

負荷84には、負荷84の各種データを計測するためのメーター106が接続され、メーター106によって計測されたデータや負荷84の状況は、インターフェイス回路108を介してCPU74に与えられる。負荷84は、たとえば輸送機器を駆動するモータである。

【0038】

なお、メモリ78には、図4および図5に示す動作を実行するためのプログラム、外気温度が低いか否かを判断するための閾値1、セルスタック温度が低いか否かを判断するための閾値2、凍結防止処理を行ったか否かを示す（行ったときに立てられる）フラグAが記憶され、凍結防止処理を行ってからの経過時間を示す時間経過カウンタも構成される。

【0039】

また、水溶液タンク18の容積をV、発電中における水溶液タンク18内のメタノール水溶液Sの体積をv1、水タンク44に収容しうる水の体積をv2、第1経路L1内に残留しうる水の体積をv3、第2経路L2内に残留しうる水の体積をv4、燃料電池セルスタック12内に残留しうる水の体積をv5、メタノール燃料Fの濃度をp1、メタノール水溶液Sの最高濃度をp2とすると、水溶液タンク18の容積Vは数1を満足するように設定される。

【0040】

【数1】

$$V \geq v_1 + (v_2 + v_3 + v_4 + v_5) \times \left(1 + \frac{p_2}{p_1 - p_2}\right)$$

【0041】

数1において、発電中における水溶液タンク18内のメタノール水溶液Sの液面は水位レベルセンサ22より高位置にならぬよう設置されており、体積v1は予め把握できる。体積v2は、水ドレイン58の位置によって決定され予め把握できる。体積v3、v4およびv5ならびに濃度p1も予め把握できる。メタノール水溶液Sの濃度は2~10wt%程度に設定され、その最高濃度p2も予め把握できる。

【0042】

水溶液タンク18を数1を満足するように構成すれば、水タンク44、第1経路L1、第2経路L2および燃料電池セルスタック12のそれぞれの内部にある水を水溶液タンク18へ還流させても、水溶液タンク18内にはまだ、所望濃度のメタノール水溶液Sを得るために必要な量のメタノール燃料Fを添加できるだけの余裕がある。したがって、水溶液タンク18からメタノール水溶液Sがオーバーフローすることなく、外部にメタノール水溶液Sが漏れることはない。また、システム起動時のメタノール水溶液Sの濃度を発電中の濃度より高く設定できる。

【0043】

たとえば、発電中における水溶液タンク18内のメタノール水溶液Sの体積を2L(リットル)、水タンク44に収容しうる水の体積を0.5L、第1経路L1内に残留しうる水の体積を0.1L、第2経路L2内に残留しうる水の体積を0.1L、燃料電池セルスタック12内に残留しうる水の体積を0.3L、メタノール燃料Fの濃度を50wt%、メタノール水溶液Sの最大濃度を10wt%とすると、水溶液タンク18の容積は、 $2 + (0.5 + 0.1 + 0.1 + 0.3) \times (1 + 10 / (50 - 10)) = 3.25\text{ L}$ 以上あればよい。

【0044】

ここで、燃料電池セルスタック12の発電時の動作について説明する。

発電開始時には、水溶液タンク18内に収容された高濃度のメタノール水溶液Sが水溶液ポンプ26の駆動によって燃料電池セルスタック12に向けて送られ、必要に応じて熱交換器30で冷却され、水溶液フィルタ32によって浄化されてアノード12bに供給される。一方、酸素を含むエアがエアポンプ34の駆動によって燃料電池セルスタック12に向けて送られ、エアフィルタ38によって浄化されカソード12cに供給される。

【0045】

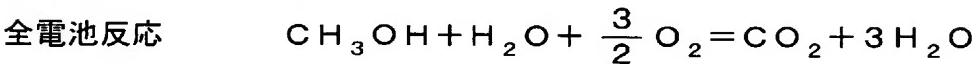
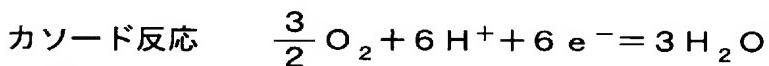
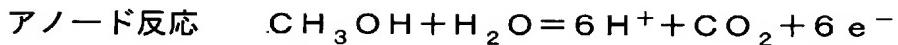
燃料電池セルスタック12のアノード12b側では、メタノール水溶液Sのメタノールと水とが電気化学反応して二酸化炭素と水素イオンとが生成され、生成された水素イオンは、固体高分子膜12aを通ってカソード12c側に流入する。この水素イオンは、カソード12c側に供給されたエア中の酸素と電気化学反応して、水蒸気と電気エネルギーとが生成される。

【0046】

すなわち、燃料電池システム10では、化1で示すような電気化学反応が行われる。

【0047】

【化1】



【0048】

発電で発生した水(反応生成水)は未反応のエアとともにカソード12cから排出される。また、燃料電池システム10では水のクロスオーバーとメタノールのクロスオーバーの現象があることが知られている。

【0049】

水のクロスオーバーは、上述の電気化学反応のときに固体高分子膜12aをアノード12b側からカソード12c側へ移動するプロトン(水素イオン)に伴って、数モルの水が伝導される現象である。メタノールクロスオーバーは、上述のプロトンの移動に伴って、メタノールが伝導される現象である。

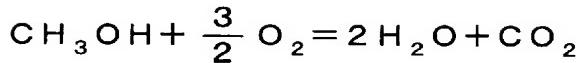
【0050】

水はそのままカソード12cから排出される。メタノールはカソード12cにおいて化

2で示すように、エアポンプ34から供給されるエアと反応して水と二酸化炭素に分解され、カソード12cから排出される。

【0051】

【化2】



【0052】

これらの水の大部分は液化した状態で排出され水タンク44に与えられるが、飽和水蒸気分はガス状態で排出される。水蒸気の一部は、気液分離器48で露点を下げることによって液化され、水タンク44に回収される。

【0053】

水タンク44に回収された水は化1の反応で必要となるため、水ポンプ62の駆動によって水還流パイプ60を経由して水溶液タンク18に適宜還流される。

水タンク44での水の滞留量は水ドレイン58の位置によって決められ、水ドレイン58より上の位置まで水が滞留することがない。

【0054】

気液分離器48による水蒸気の液化動作は、冷却ファン46を動作させ露点を下げることによって行われるが、この動作は水タンク44に設けられた水位レベルセンサ54からの出力に基づいて制御されてもよい。このようにすれば冷却ファン46による消費電力を削減できる。

【0055】

そして、水溶液タンク18では、燃料タンク14からの高濃度のメタノール燃料Fと水タンク44からの水とが混合・調整され、発電に最適な濃度のメタノール水溶液Sが生成される。

【0056】

ついで、燃料電池システム10の発電終了後の動作について説明する。

図3を参照して、まず発電が終了したか否かが判断される（ステップS1）。発電が終了するまで待機し、発電が終了すると、初期化が行われる（ステップS3）。ここでは、凍結防止処理が行われたか否かを示すフラグAおよび時間経過カウンタがクリアされる。

【0057】

ついで、外気温度センサ70によって外気温度が検出され（ステップS5）、検出された外気温度が低いか否かが判断される（ステップS7）。これは、外気温度が閾値1（たとえば4°C）以下か否かに基づいて判断される。外気温度が低ければ図4に示すような凍結防止処理が行われ（ステップS9）、ステップS11に進む。外気温度が低くなければ凍結防止処理を行うことなくステップS11に進む。ステップS11では、クロック回路および電源回路が低消費モード用に切り替えられ低消費モードに入り、燃料電池システム10の一部を低消費状態で起動しておく。そして、30分経過したか否かが判断され（ステップS13）、30分経過すれば、クロック回路および電源回路が通常モード用に切り替えられ（ステップS15）、定期チェックモードに入る。そして、電源電圧が立ち上がるまで待機し（ステップS17）、安定状態になると、外気温度センサ70によって外気温度が検出され、セルスタック温度センサ68によって燃料電池セルスタック12の温度が検出される（ステップS19）。そして、検出された外気温度が低いか否かが判断され（ステップS21）、外気温度が低ければ、検出された燃料電池セルスタック12の温度が低いか否かが判断され（ステップS23）、燃料電池セルスタック12の温度も低ければ、ステップS25に進み、フラグAが立っているか否かが判断される。フラグAが立っていないければ、発電終了後まだ一度も凍結防止処理が行われておらず、凍結のおそれありと判断され、ステップS9に戻り凍結防止処理が行われる。

【0058】

なお、ステップS21における外気温度が低いか否かの判断は、外気温度が閾値1（た

とえは4℃)以下か否かに基づいて行われ、ステップS23におけるスタック温度が低いか否かの判断は、スタック温度が閾値2(たとえば0℃)以下か否かに基づいて行われる。

【0059】

外気温度が低くないときやスタック温度が低くないときには、時間経過カウンタがアップ(カウント値が1インクリメント)され(ステップS27)、ステップS11に戻って低消費モードに切り替えられる。時間経過カウンタは30分に1回アップされる。

【0060】

また、ステップS25においてフラグAが立っていれば、既に凍結防止処理を行っているため、フラグAが立ってからすなわち前回の凍結防止処理を行ってから所定時間経過しているか否かが判断される(ステップS29)。これは、時間経過カウンタに基づいて判断され、当該所定時間がたとえば2時間に設定されている場合には、カウント値が4以上であれば、所定時間経過していると判断される。所定時間経過していなければまだ凍結のおそれなしと判断されてステップS23に戻り時間経過カウンタがアップされ、一方、所定時間経過していれば凍結のおそれありと判断され、ステップS9に戻り凍結防止処理が行われる。

【0061】

上述より、発電を終了した直後には、外気温度が閾値より低い場合に凍結のおそれありと判断される。一旦低消費モードに入れば、外気温度およびスタック温度がともに閾値より低くかつフラグAが立っていない場合や、外気温度およびスタック温度がともに閾値より低くかつフラグAが立ってから所定時間以上経過している場合に、凍結のおそれありと判断される。

【0062】

次いで、図4を参照して凍結防止処理について説明する。

まず、水ポンプ62が駆動され(ステップS51)、一定時間経過すると(ステップS53がYES)、エアポンプ34が駆動され(ステップS55)、水ポンプ62およびエアポンプ34がともに駆動されている状態となる。さらに一定時間経過すると(ステップS57がYES)、エアポンプ34および水ポンプ62の駆動が終了される(ステップS59)。これにより、まず、水タンク44内の水がある程度水溶液タンク18へ還流され、その後、燃料電池セルスタック12内および第1経路L1内の水が水タンク44に回収されながら水タンク44内および第2経路L2内の水が水溶液タンク18へ還流され、最終的に、燃料電池セルスタック12内、第1経路L1内、水タンク44内および第2経路L2内の水がすべて水溶液タンク18へ還流される。ここで、最初に水タンク44内の水をある程度水溶液タンク18へ還流させるのは、燃料電池セルスタック12内および第1経路L1内の水が水タンク44に流入してきても水タンク44から水がオーバーフローしないようにするためである。そして、フラグAが立てられ(ステップS61)、時間経過カウンタがクリアされ(ステップS63)、終了する。

【0063】

なお、図3のステップS19においてセルスタック温度を検出する代わりに水タンク44内の水温を検出し、ステップS23においてその水温が低いか(所定の閾値以下か)否かを判断するようにしてもよい。

【0064】

燃料電池システム10によれば、発電終了後、水タンク44内の水を第2経路L2を介してすべて水溶液タンク18へ還流させ、水溶液タンク18内のメタノール水溶液Sに混入する。これによって水タンク44内および第2経路L2内に水がなくなるので、水タンク44および第2経路L2の凍結を防止できメタノール水溶液Sの濃度を良好に調整できる。また、水タンク44および水溶液タンク18間の第2経路L2は既存の水還流パイプ60を用いて構成できるのでシステム構成は複雑にならず、さらに、水タンク44内のすべての水を水溶液タンク18へ還流させてるので、水が外部に漏れるおそれもない。なお、水溶液タンク18内のメタノール水溶液Sは水よりも凝固点が低いので凍結しにくい。

【0065】

また、次に発電を開始するとき、メタノール水溶液Sの濃度が所定より薄く調整されていることになるので、発電時に高濃度のメタノール燃料Fを追加すればよく、水不足も起らなくなる。

【0066】

さらに、燃料電池セルスタック12内および第1経路内L1の水も水溶液タンク18へ還流させてるので、燃料電池セルスタック12および水タンク44間の凍結も防止でき燃料電池セルスタック12からのエアの排出および水の回収も円滑となる。

【0067】

また、凍結のおそれがある場合に逐次水を水溶液タンク18へ還流することによって、水のクロスオーバー現象や第1経路L1内の水蒸気が液化する場合に対処でき、凍結を効果的に防止できる。また、発電終了後に、定期的ではなく凍結のおそれがあるときに水を水溶液タンク18へ還流させてるので、水の還流に要する電力消費を抑えることができる。

【0068】

また、発電動作を終了した直後に外気温度に拘わらず一度凍結防止処理を行い、さらに所定時間後に再度凍結防止処理を行うようにしてもよい。このようにしても水のクロスオーバー現象や第1経路L1内の水蒸気が液化する場合に効果的に対処できる。

【0069】

この発明は特に、燃料電池システム10のカソード側の凍結を防止するために有効である。

【0070】

このような燃料電池システム10は、図5に示すような自動二輪車200に好適に用いられる。

自動二輪車200は、図示しないステアリング軸の上端にハンドル202が取り付けられ、ステアリング軸の下部には左右一対のフロントフォーク204が取り付けられる。各フロントフォーク204の下部において前輪206が回転可能に軸支される。ハンドル202の中央部にはメータ108が配置され、該メータ108の前方には、ヘッドライト208が配置され、その両側にはフラッシュランプ210がそれぞれ設けられる。

【0071】

自動二輪車200では、上方に開いた円弧状の図示しない車体フレームがハンドル202の下方から後方に設けられ、その後端部上方にはシート（座席）212が配置される。また、車体フレームはリヤアーム214の前端部を支持しリアアーム214の後端部が上下運動自在とされている。リヤアーム214の後端部において駆動輪である後輪216が回転自在に軸支される。

【0072】

自動二輪車200では、車体フレーム内に燃料電池システム10が円弧状に配置される。リヤアーム214内には、制御回路72、電動モータおよび駆動機構（ともに図示せず）が設けられ、制御回路72からの指示によって燃料電池セルスタック12で発生した電気エネルギーを電動モータに供給して当該電動モータを回転させ、電動モータの回転力を駆動機構が後輪216に伝達することで、自動二輪車200が走行する。

【0073】

燃料電池システム10を上方からしかもハンドル202近傍まで上カバー218が覆う。上カバー218の前部には、乗員の足を保護するレッグシールド（泥よけ）220が取り付けられる。

【0074】

上カバー218の両側端面にはそれぞれ左カバー222と右カバー224とが連設される。左カバー222と右カバー224とはともに透明な部材で構成されており、燃料電池システム10を視認できる。

【0075】

このような透明の左カバー222と右カバー224の双方に下カバー226が連設され

る。下カバー226は、リヤアーム214が突出するように切り欠かれている。

【0076】

下カバー226の前端部は、前輪206の上方まで延びてフロントキャリア228を構成する。また、下カバー226の後端部は、後輪216の上方まで延びてリアキャリア230を構成する。また、フロントキャリア228からヘッドライト208へとフロントカバー232が設けられている。フロントカバー232は、左カバー222と右カバー2245の双方に連設される。

【0077】

なお、燃料電池システム10は自動二輪車だけではなく、自動車、船舶等の任意の輸送機器に用いることができる。

【0078】

また、この発明は、メタノール水蒸気改質器搭載タイプの燃料電池システムにも適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0079】

【図1】この発明の一実施形態の要部を示す図解図である。

【図2】この発明の一実施形態の電気的構成を示すブロック図である。

【図3】この発明の動作の一例を示すフロー図である。

【図4】凍結防止処理動作の一例を示すフロー図である。

【図5】直接メタノール型燃料電池システムを搭載した自動二輪車を示す側面図である。

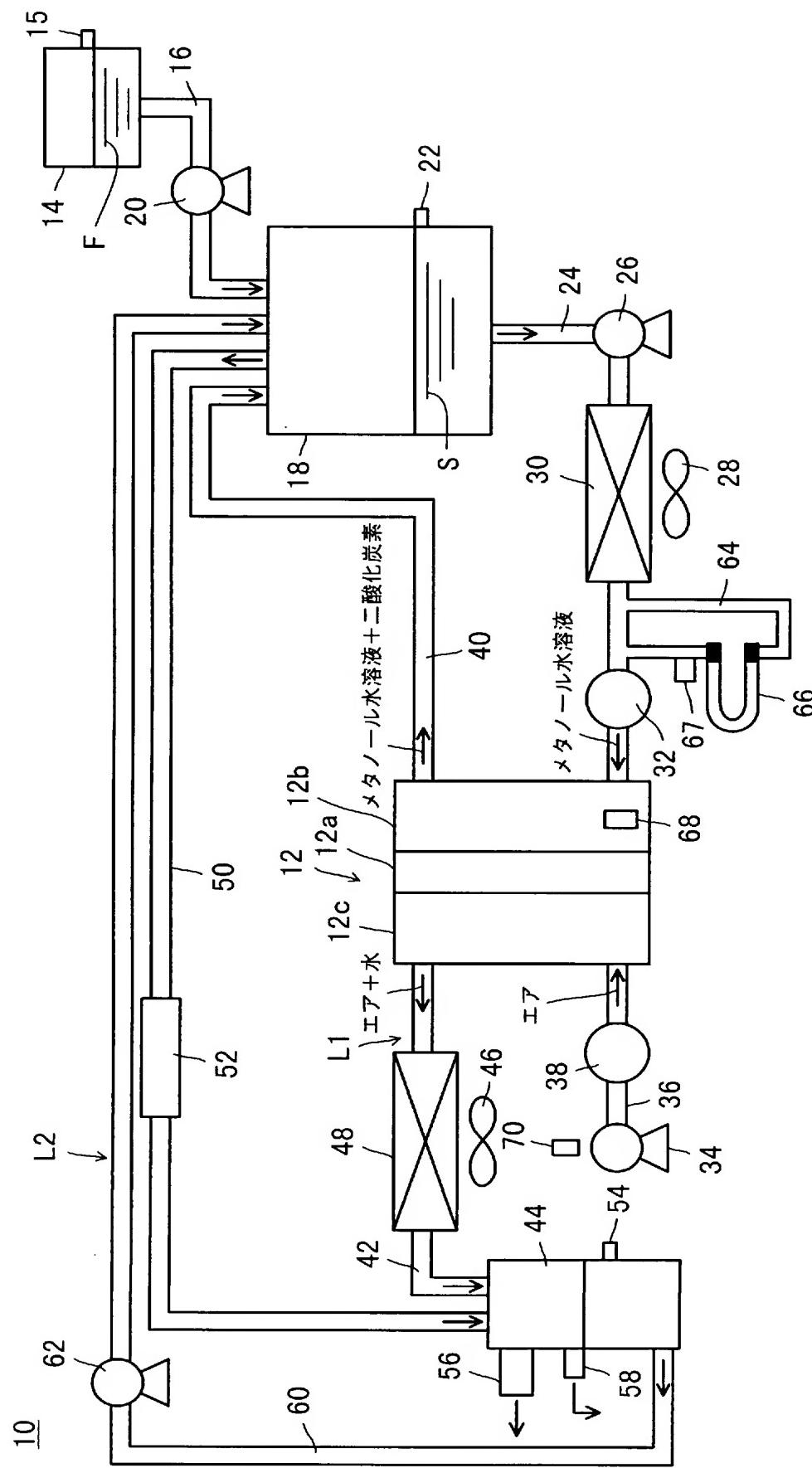
【符号の説明】

【0080】

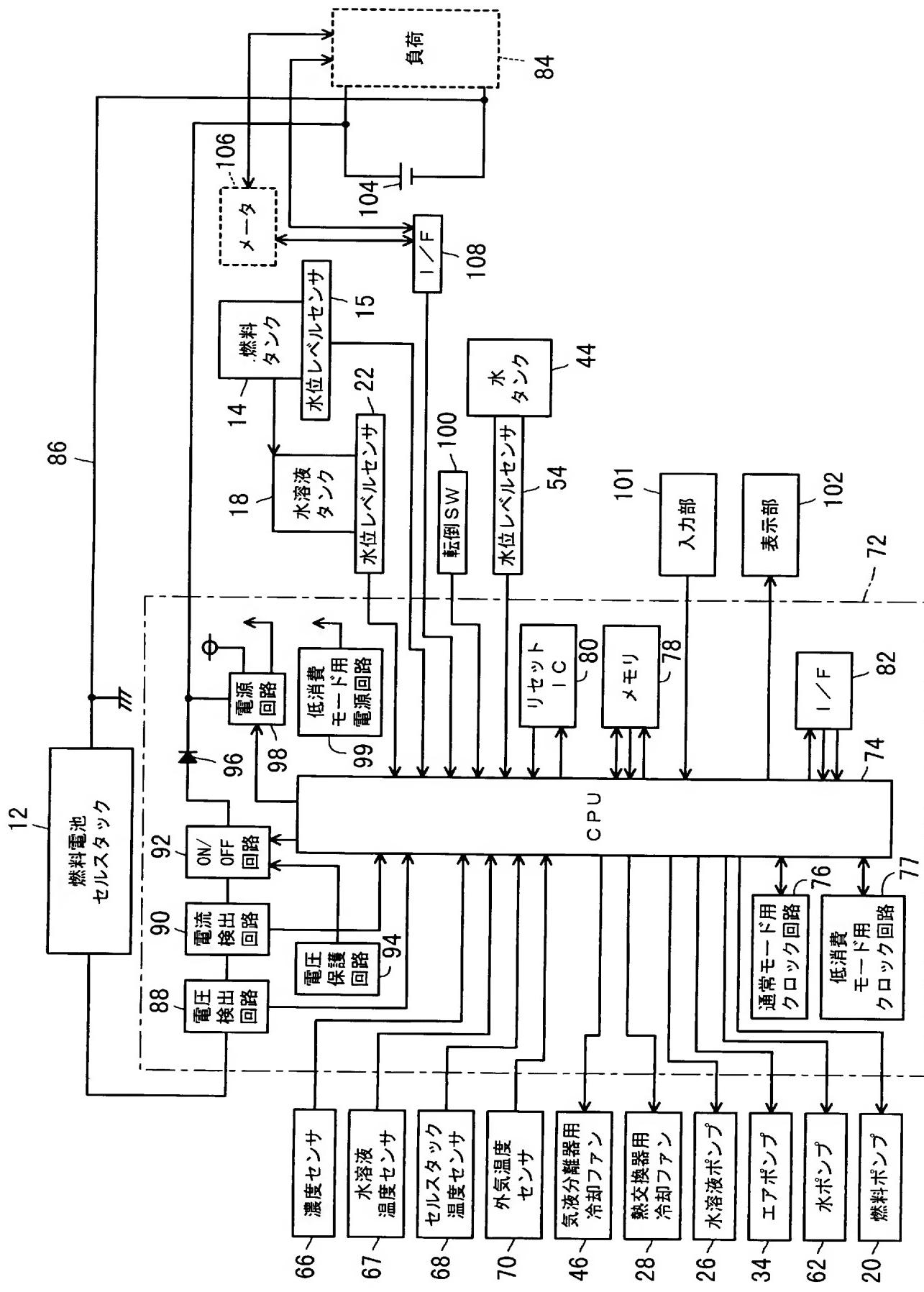
1 0	直接メタノール型燃料電池システム
1 2	燃料電池セルスタック
1 8	水溶液タンク
3 4	エアポンプ
4 4	水タンク
6 2	水ポンプ
6 7	水溶液温度センサ
6 8	セルスタック温度センサ
7 0	外気温度センサ
7 2	制御回路
7 4	C P U
7 6	通常モード用クロック回路
7 7	低消費モード用クロック回路
7 8	メモリ
8 4	負荷
9 8	電源回路
9 9	低消費モード用電源回路
2 0 0	自動二輪車
F	メタノール燃料
S	メタノール水溶液
L 1	第1経路
L 2	第2経路

【書類名】図面

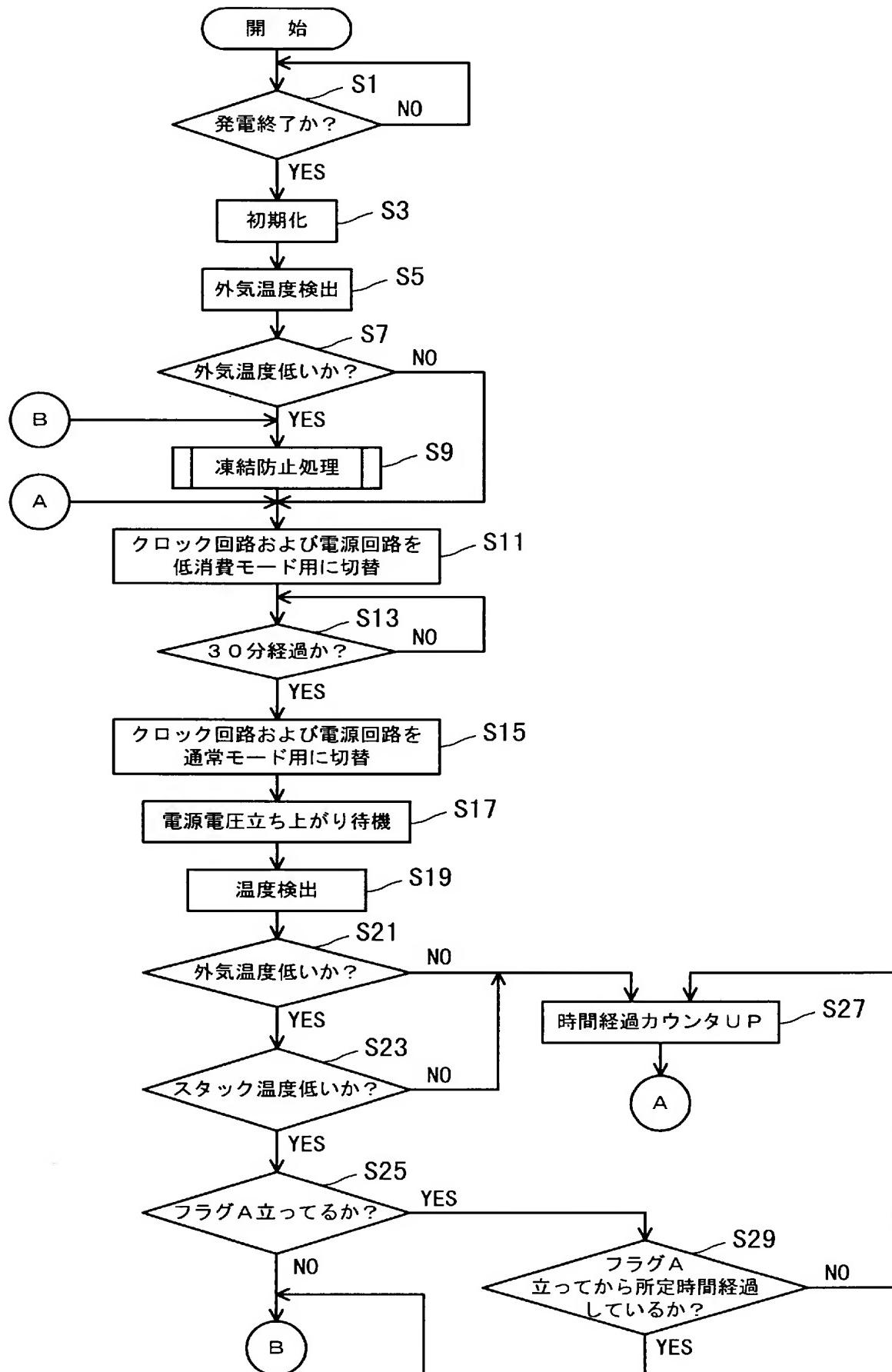
【図 1】



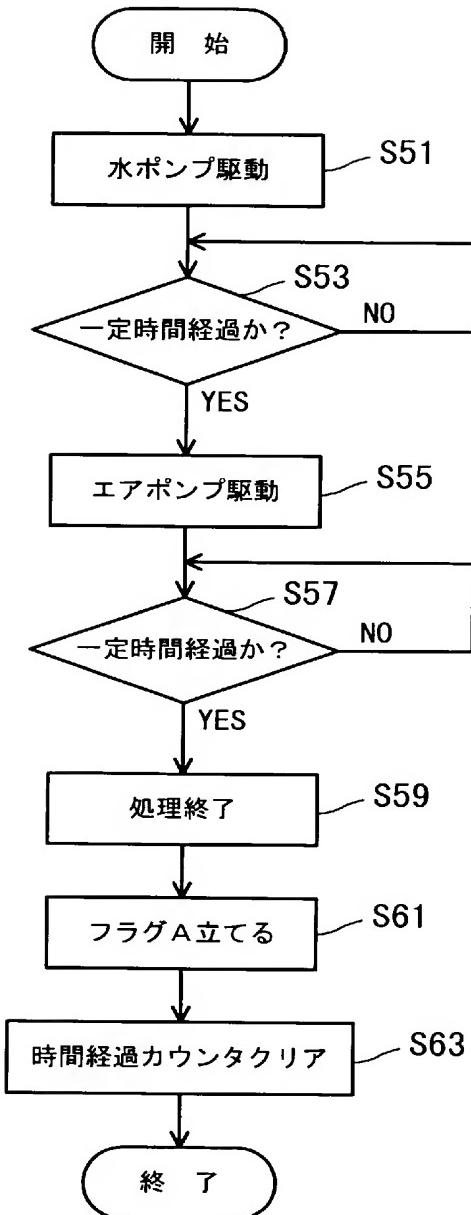
【図 2】

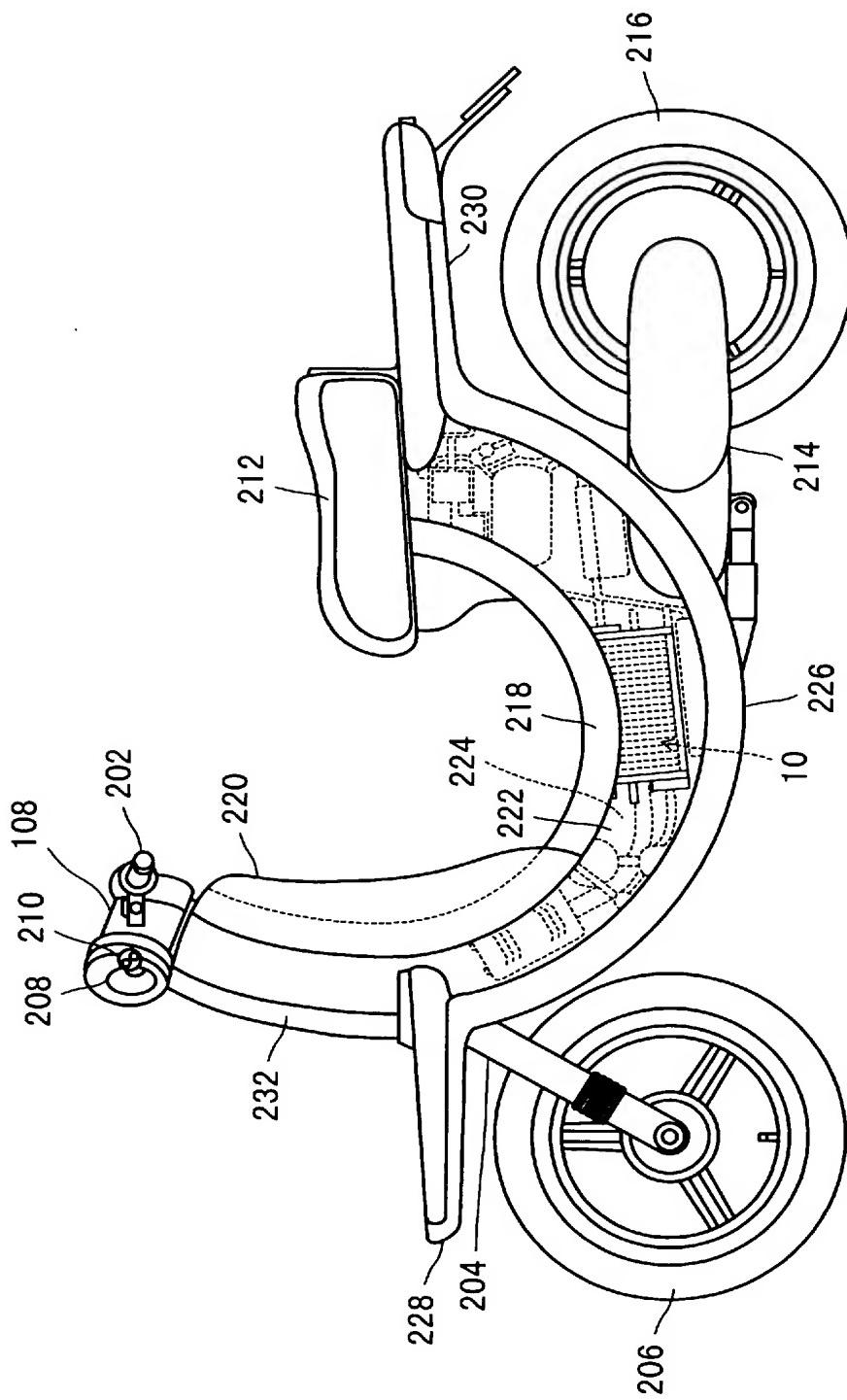


【図3】



【図4】

凍結防止処理



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 外部に排水することなく簡単な構成で水タンクおよび第2経路の凍結を防止できる、燃料電池システムを提供する。

【解決手段】 燃料電池システム10は、電気化学反応によって電気エネルギーを発生させる燃料電池セルスタック12、燃料電池セルスタック12から排出される水を収容する水タンク44、燃料電池セルスタック12と水タンク44とを接続する第1経路L1、メタノール水溶液Sを収容する水溶液タンク18、および水タンク44と水溶液タンク18とを接続する第2経路L2を備え、燃料電池セルスタック12の発電終了後に、水タンク44内の水を第2経路L2を介して水溶液タンク18へ還流させることを特徴とする。

【選択図】

図1

出願人履歴

0 0 0 0 1 0 0 7 6

19900829

新規登録

静岡県磐田市新貝 2500 番地

ヤマハ発動機株式会社